

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

Aktenzeichen: 202 11 588.7

Anmeldetag: 15. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Minebea Co., Ltd., Tokio/JP

Bezeichnung: Hydrodynamisches Lagersystem, insbesondere zur
Drehlagerung von Spindelmotoren

IPC: F 16 C, G 11 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 18. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

PATENTANWALT
DR.-ING. PETER RIEBLING
Dipl.-Ing.

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEY

Postfach 3160
D-88113 Lindau (Bodensee)
Telefon (083 82) 7 80 25
Telefon (083 82) 96 92-0
Telefax (083 82) 7 80 27
Telefax (083 82) 96 92-30
E-mail: info@patent-riebling.de

5

10

15697.8-P726-54

10.07.2002

15 Anmelder: Minebea Co., Ltd.,
 18F Arco Tower, 1-8-1 Shimo-Meguro, Meguro-Ku
 Tokyo 153 0064, Japan

20 **Hydrodynamisches Lagersystem, insbesondere zur Drehlagerung von
 Spindelmotoren**

Die Erfindung betrifft ein hydrodynamisches Lagersystem, insbesondere zur
Drehlagerung von Spindelmotoren für den Antrieb von Festplattenlaufwerken.

25 Derartige hydrodynamische Lager umfassen im wesentlichen eine Lagerhülse,
eine in einer Öffnung der Lagerhülse angeordnete Welle und mindestens einen
zwischen der Lagerhülse und der Welle vorgesehenen Radiallagerbereich mit
dessen Hilfe die Welle und die Lagerhülse relativ zueinander drehbar gelagert
sind, wobei der zwischen der Welle und der Lagerhülse gebildete Lagerspalt mit
30 einem flüssigen Schmiermittel, vorzugsweise mit Lageröl, gefüllt ist.

Mündliche Vereinbarungen bedürfen der schriftlichen Bestätigung
Sprechzeit nach Vereinbarung

Allgemein werden zur Drehlagerung von Spindelmotoren für Festplattenlaufwerke zunehmend hydrodynamische Lager anstelle von Wälzlagern eingesetzt.

Die Vorteile dieses Lagerprinzips gegenüber der Drehlagerung mit Wälzlagern sind der niedrige Geräuschpegel, bessere Laufgenauigkeit und eine deutlich

- 5 höhere Schockfestigkeit. Außerdem werden weniger Teile benötigt, wodurch die Herstellungskosten erheblich reduziert werden können.

Bei einem hydrodynamischen Lager ist eine vorzugsweise zylindrische Welle innerhalb der Bohrung einer Lagerhülse drehbar gelagert. Der Innendurchmesser

- 10 der Lagerbohrung ist dabei geringfügig größer als der Außendurchmesser der Welle, so dass zwischen den Mantelflächen von Bohrung und Welle ein dünner Spalt entsteht, der mit einem Schmiermittel, vorzugsweise mit Öl gefüllt ist.

Zum Aufbau des hydrodynamischen Druckes im Lagerspalt ist wenigstens eine der Mantelflächen mit einem Rillenmuster versehen. Durch die rotatorische

- 15 Relativbewegung zwischen den einander gegenüberliegenden Mantel- bzw. Lageroberflächen entsteht eine Art Pumpwirkung, so dass sich ein gleichmäßig dicker und homogener Schmierfilm ausbilden kann, der die Lageroberflächen voneinander trennt und der durch Zonen hydrodynamischen Druckes stabilisiert wird.

20

Da eine Kontaminierung der im Reinstraumbereich des Festplattenlaufwerkes rotierenden Datenplatten unweigerlich zum Anhaften der Schreib-Leseköpfe und damit zum Totalausfall des Laufwerkes führen würde, muss das hydrodynamische Lager gegen Austreten oder Abspritzen von Lageröl geschützt werden.

- 25 Diese Schutzfunktion lässt sich nur mit berührungslos arbeitenden Dichtprinzipien erfüllen, da sogenannte „schleifende“ Dichtungen während der Rotation ständig Partikel generieren, was zum sogenannten „head crash“ und damit zum Totalausfall des Festplattenlaufwerks führen kann.

- 30 Auch die Schutz- bzw. Dichtwirkung einfacher Labyrinthdichtungen oder sogenannter „Viskosealdichtungen“ reicht in diesem Fall nicht mehr aus, da das Austreten von Öl nicht wirksam verhindert und vagabundierendes Öl wegen seiner

Kriechneigung jederzeit in den Plattenbereich eindringen kann. In der US 5,541,462 wurde deshalb vorgeschlagen, Magnetfluidichtungen einzusetzen, bei denen sich unter dem Einfluss eines Magnetfeldes ein in sich geschlossener Film eines „Ferrofluids“ zirkular zwischen dem rotierenden und dem stehenden Lagerbauteil ausbildet. Es handelt sich hierbei also um eine „flüssige“, in einem Magnetfeld gefesselte Dichtung, die sogar einem gewissen Differenzdruck widerstehen kann.

Allerdings ist die Herstellung des benötigten Ferrofluids aufwendig und der Füllprozess kompliziert und fehleranfällig, so dass es bei der Anwendung solcher Dichtungen zu erheblichen Mehrkosten kommt. Auch ist ihr Einsatz auf Drehzahlbereiche bis 10 000 rpm begrenzt, da bei höheren Drehzahlen die zusätzlichen Strömungsverluste stark ansteigen, was dem Gesamtwirkungsgrad des Motors unzulässig herabsetzt.

Eine erheblich kostengünstigere Lösung, die auch bei hohen Drehzahlen keine zusätzlichen Verluste verursacht, beruht auf der Nutzung materialspezifischer Eigenschaften des Schmiermittels, nutzt also die Wirkprinzipien von Kapillar-, Adhäsions- und Kohäsionskräften.

Eine diesbezügliche Lösung wird z.B. in der US 5,667,309 vorgeschlagen, bei der die Bohrung der Lagerhülse an ihrem einen Stirnende einen sich „verjüngenden Bereich“ z.B. in Gestalt einer konischen Ansenkung aufweist, während das entgegengesetzte Stirnende luftdicht verschlossen ist.

Durch die „bag section“-artige Gestaltung dieses hydrodynamischen Lagers wird dessen Rückhaltevermögen bezüglich des Schmiermittels vor allem bei gleichzeitiger Schockbelastung erhöht, wodurch die Dichtwirkung der hier als „capillary seal“ bezeichneten Dichtung verbessert wird. Durch die Ansenkung der Lagerhülse entsteht zwischen der Hülseninnen- und der Wellenaußenfläche ein konzentrischer, sich in Richtung Stirnseite erweiternder Freiraum, der anteilig mit Lageröl gefüllt ist. Das Öl benetzt die Oberflächen von Hülse und Welle, wodurch sich an der Grenzfläche zur Luft ein Meniskus mit konkaver Oberfläche ausbildet. Das im Freiraum befindliche Lageröl dient als Schmiermittelreservoir aus dem

abdampfendes Lageröl ersetzt wird. Der Freiraum zwischen Konusinnen- und Wellenaußenmantelfläche oberhalb des Meniskus dient als Ausgleichsvolumen, in welches das Lageröl aufsteigen kann, wenn dessen temperaturabhängiges Volumen mit steigender Temperatur zunimmt und dadurch der Flüssigkeitsspiegel ansteigt.

Die in der Flüssigkeit des Schmiermittels wirksamen Kohäsionskräfte, unterstützt durch die Kapillarkräfte im Lagerspalt verhindern, dass flüssiges Lageröl aus dem Lager austritt und in den Reinraumbereich eindringt. Die Dichtwirkung dieser Anordnung ist umso besser, je schlanker der sich verjüngende Übergangsbereich gestaltet wird und je höher die Viskosität des Schmiermittels ist.

Die Lebensdauer eines Spindelmotors mit einer derartigen Lageranordnung ist hauptsächlich dadurch begrenzt, dass die Menge des Schmiermittels im Laufe der Zeit abnimmt, da infolge des Dampfdrucks ein ständiger Verdampfungsprozess stattfindet.

Mit der Abnahme des Schmiermittels wächst die Gefahr einer metallischen Berührung der Lagerflächen beim An- und Auslaufen des Motors. Dabei können Abriebpartikel entstehen, die größer als die Lagerspaltdicke sind. Es kommt zum Trockenlaufen und Fressen der Lagerflächen und dadurch zum Blockieren des Motors.

Nachteilig bei der in der US 5,667,309 offenbarten Lösung einer berührungslosen „Kapillardichtung“ für eine hydrodynamische Lagerausbildung ist die eingeschränkte Lebensdauer des Lagers, da wegen der Doppelfunktion des Freiraumes nur ein Teil des bereitgestellten Volumens als Schmiermittelreservoir verfügbar ist. Ein weiterer Nachteil ist die Reduzierung der effektiv nutzbaren Lagerlänge durch die axial einwärts gerichtete Gestaltung des sich verjüngenden Freiraumes. Da axiale Länge und Neigungswinkel des Freiraumes abhängig sind vom Gesamtfüllvolumen und der Viskosität des Schmiermittels wird das Verhältnis von Freiraumlänge zu Lagerlänge immer ungünstiger je dünnflüssiger das verwendete Schmiermittels ist. Die Verwendung von niedrigviskosen Lagerölen ist aber wegen der geringen Verlustleistung vor allem für tragbare Anwendungen, wie z.B. Laptops unverzichtbar.

Nachteilig ist auch, dass die unterstützende Wirkung der Kapillarkräfte auf das Rückhaltevermögen mit zunehmendem Querschnitt überproportional abnimmt. Wenn also der Flüssigkeitsspiegel infolge erhöhter Betriebstemperatur ansteigt, steigt auch das Risiko, dass bei gleichzeitiger axialer Schockbelastung wegen des
5 reduzierten Rückhaltevermögens Lageröl austreten und abgeschleudert werden kann.

Ein wichtiges Kriterium für die Eignung von Festplatten mit hydrodynamisch gelagerten Spindelmotoren in tragbaren Geräten ist eine möglichst geringe
10 Verlustleistung. Dieses Ziel lässt sich, wie bereits erwähnt, durch die Verwendung eines niedrigviskosen Schmiermittels erreichen. Allerdings würde die Bauhöhe einer an die geringere Viskosität angepassten Kapillardichtung der oben beschriebenen Art derart anwachsen, dass die verbleibende nutzbare Lagerlänge nicht mehr ausreicht, um ein hydrodynamisches Radiallager ausreichender
15 Steifigkeit zu dimensionieren.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein hydrodynamisches Lagersystem mit einem Schmiermittelreservoir und einer berührungslos arbeitenden Dichtung anzugeben, deren Dichtfunktion auf der Wirkung der Kapillarkräfte beruht, derart, dass die
20 Realisierung der Dichtfunktion nicht durch Maßnahmen zur Bildung eines Schmiermittelreservoirs beeinträchtigt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Schutzanspruchs 1.

25

Erfindungsgemäß umfasst das hydrodynamische Lagersystem mindestens einen in der Lagerhülse vorgesehenen Kanal, der von einem äußeren Bereich der Lagerhülse bis in den Lagerspalt zwischen der Lagerhülse und der Welle reicht und der als Schmiermittelreservoir für die Bevorratung von Schmiermittel
30 vorgesehen ist.

Die vorgeschlagene Lösung basiert auf der Schaffung eines separaten, von der eigentlichen Kapillardichtung nahezu unabhängigen Schmiermittelreservoirs außerhalb des Lagerspalt durch Bereitstellung mindestens eines flüssigkeitsleitenden Kanals, der mit dem Lagerspalt verbunden ist. Auf diese

5 Weise kann sowohl die Funktion der Kapillardichtung als auch die des Schmiermittelreservoirs optimiert werden, ohne dass dies zu Lasten der Baulänge des Lagers geht. Das Schmiermittelreservoir kann dabei in weiten Grenzen nahezu beliebig ausgestaltet und dimensioniert werden, ohne dass konstruktive Änderungen an den Lagerbereichen selbst notwendig sind.

10

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist dieser Kanal in Form einer sich konisch verjüngenden Bohrung realisiert, die am Bohrungsende mit ihrem engsten Querschnitt in den Lagerspalt mündet. Auf diese Weise wird ein Schmiermittelreservoir geschaffen, das obgleich anteilig mit Lageröl gefüllt
15 dennoch ausreichend „Überlaufvolumen“ für das sich mit ansteigender Temperatur ausdehnende Schmiermittel bereitstellt, ohne dass das Rückhaltevermögen des hydrodynamischen Lagers beeinträchtigt wird.

20

Im Rahmen einer ersten Ausgestaltung der Erfindung verläuft die Bohrung ausgehend vom Außendurchmesser der Lagerhülse bis zu deren Innendurchmesser und mündet in den Lagerspalt. Hierbei ist die Bohrung vorzugsweise und im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse des Lagersystems eingebracht.

25

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung verläuft die Bohrung unter einem Winkel α zur Drehachse ausgehend von einer Stirnfläche der Lagerhülse bis zu deren Innendurchmesser, das heißt die Bohrung schließt mit der Rotationsachse des Lagersystems einen Winkel von beispielsweise 60° ein und endet im Lagerspalt.

30

Zur Vergrößerung der Schmiermittelkapazität können verteilt über den Umfang der Lagerhülse mehrere solcher Bohrungen angeordnet sein.

- Zusätzlich kann am Außendurchmesser der Lagerhülse mindestens eine tangentielle oder ringförmige Nut zur Aufnahme von Schmiermittel vorgesehen sein, wobei die Nut und der Lagerspalt über eine oder mehrere Kanäle und/ oder
- 5 Bohrungen flüssigkeitsleitend miteinander verbunden sind. Wie die Bohrung, so kann auch die Ringnut einen sich konisch verjüngenden Querschnitt bzw. die Form einer Einkerbung aufweisen.

- Das Volumen und der Befüllungsgrad der Bohrungen bzw. der Nut mit
- 10 Schmiermittel wird derart gewählt, dass einerseits ausreichend „Überlaufvolumen“ für die durch Temperatúrausdehnung verursachte Volumenzunahme des Schmiermittels, gegeben ist und andererseits ein Schmiermittelverlust durch Verdunstung über die angestrebte Lebensdauer des Spindelmotors ausgeglichen werden kann. So kann z.B. der Füllgrad des durch die Nut und/oder die Bohrung
- 15 geschaffenen Schmiermittelreservoirs wenigstens 50% des gesamten Füllvolumens der Lageranordnung ausmachen.

- Nachfolgend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungsfiguren näher erläutert.
- 20 Es zeigen:

- Figur 1: einen Spindelmotor zum Antrieb eines Festplattenlaufwerks mit einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Schmiermittelreservoirs;
- 25 Figur 2: einen Spindelmotor gemäß Figur 1 mit einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Schmiermittelreservoirs;
- Figur 3: einen Spindelmotor gemäß Figur 1 mit einer dritten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Schmiermittelreservoirs.
- 30 Die Zeichnungen zeigen einen Spindelmotor zum Antrieb eines Festplattenlaufwerks mit erfindungsgemäßem hydrodynamischen Lagersystem. In den gezeigten Beispielen ist eine den Rotor tragende Welle drehbar in einer

feststehenden Lagerhülse gelagert. Selbstverständlich umfasst die Erfindung auch Konstruktionen, bei denen eine feststehende Welle von einer den Rotor tragenden, drehbaren Lagerhülse umgeben ist.

- 5 Der Spindelmotor umfasst eine feststehende Basisplatte 1, an der eine Statoranordnung 2, bestehend aus Statorkern und Wicklungen, angeordnet ist. Eine Lagerhülse 3 ist in einer Ausnehmung der Basisplatte 1 fest aufgenommen und weist eine axiale zylindrische Bohrung auf, in welcher eine Welle 4 drehbar aufgenommen ist. Das freie Ende der Welle 4 trägt eine Rotorglocke 5, auf der
 10 eine oder mehrere Speicherplatten (nicht dargestellt) des Festplattenlaufwerks angeordnet und befestigt sind. An dem inneren, unteren Rand der Rotorglocke 5 ist ein ringförmiger Permanentmagnet 6 mit einer Mehrzahl von Polpaaren angeordnet, die von der über einen Arbeitsluftspalt beabstandeten Statoranordnung 2 mit einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt werden, so
 15 dass der Rotor 5 zusammen mit der Welle 4 in Drehung versetzt wird. Die Stromversorgung der Statorwicklungen erfolgt beispielsweise über elektrische Kontakte 7.

- Zwischen dem Innendurchmesser der Lagerhülse 3 und dem Außendurchmesser
 20 der Welle 4 verbleibt ein Lagerspalt 8, der mit einem Schmiermittel gefüllt ist. Die hydrodynamische Lageranordnung wird durch zwei Radiallagerbereiche 9, 10 gebildet, die durch ein Rillenmuster 11, 12 gekennzeichnet sind, das auf der Oberfläche der Welle 3 und/oder auf der Innenfläche der Lagerhülse 3 vorgesehen ist. Sobald der Rotor 5, und somit auch die Welle 4, in Rotation versetzt werden,
 25 baut sich aufgrund des Rillenmusters 11, 12 ein hydrodynamischer Druck im Lagerspalt 8 bzw. im darin befindlichen Schmiermittel auf, so dass das Lager tragfähig wird.

- Ein durch eine mit der Welle 4 verbundene Druckscheibe 13 und eine
 30 Abdeckplatte 14 gebildetes hydrodynamisches Drucklager am unteren Ende der Welle 4 nimmt die axialen Kräfte der Lageranordnung auf. Die Abdeckplatte 14

verschließt die gesamte Lageranordnung nach unten, so dass kein Schmiermittel aus dem Lagerspalt 8 austreten kann.

5 In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung gemäß Figur 1 sind in der Lagerhülse 3 vorzugsweise mehrere radiale Bohrungen 15 vorhanden, die als Reservoir und Ausgleichsvolumen für das Schmiermittel dienen. Ausgehend vom Außenumfang der Lagerhülse 3 verlaufen die Bohrungen 15 konisch nach innen bis hinein in den Lagerspalt 8. Der Lagerspalt 8 wird vollständig, die Bohrungen 15 jedoch nur teilweise mit Schmiermittel gefüllt.

10

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Figur 2 sind im stirnseitigen Bereich der Lagerhülse 3 vorzugsweise mehrere Bohrungen 16 vorhanden, die als Reservoir und Ausgleichsvolumen für das Schmiermittel dienen. Die Bohrungen 16 verlaufen ausgehend von der stirnseitigen Fläche 17 der Lagerhülse 3 in einem in Bezug auf die Rotationsachse 20 schrägen Winkel α konisch nach innen bis hinein in den Lagerspalt 8. Auch hier wird der Lagerspalt 8 vollständig, die Bohrungen 16 jedoch nur teilweise mit Schmiermittel gefüllt.

20 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung gemäß Figur 3 zeigt eine am Außenumfang der Lagerhülse 3 vorgesehene ringförmige Nut 18 oder Einkerbung, die ebenfalls als Reservoir und Ausgleichsvolumen für das Schmiermittel dient. Ausgehend vom Nutgrund ist die Nut 18 vorzugsweise über mehrere Bohrungen 19 flüssigkeitsleitend mit dem Lagerspalt 8 verbunden, so dass das Schmiermittel aus der Nut 18 in den Lagerspalt 8 nachfließen kann.

25

Am Außenumfang der Lagerhülse 3, im Bereich der Nut 18, ist vorzugsweise eine hülsenförmige Abdeckung 21 angeordnet, welche die Nut 18 nach außen verschließt. Durch diese Maßnahme wird ein Verdampfen des Schmiermittels wesentlich verringert. Um ein Nachfließen des Schmiermittels in den Lagerspalt sicherzustellen, weist die Abdeckung 21 zur Entlüftung der Nut 18 mindestens eine Entlüftungsbohrung auf.

30

Eine Abdeckung der Kanäle und Bohrungen ist auch in den Ausgestaltungen gemäß den Figuren 1 und 2 sinnvoll.

So können die in der Ausgestaltung nach Figur 1 dargestellten Bohrungen 15 in gleicher Weise durch eine derartige Abdeckung 21 verschlossen werden.

5

Der Kanal 16 gemäß Figur 2 kann z.B. mittels einer auf der Stirnseite der Lagerhülse 3 angeordneten, scheibenförmigen Abdeckung abgedeckt werden.

10

Bezugszeichenliste

	1	Basisplatte
	2	Statoranordnung
5	3	Lagerhülse
	4	Welle
	5	Rotorglocke
	6	Permanentmagnet
	7	Kontakt
10	8	Lagerspalt
	9	Radiallagerbereich
	10	Radiallagerbereich
	11	Rillenmuster
	12	Rillenmuster
15	13	Druckscheibe
	14	Abdeckplatte
	15	Bohrung (radial)
	16	Bohrung (schräg)
	17	Fläche (Stirnseite)
20	18	Nut
	19	Bohrung (im Nutgrund)
	20	Rotationsachse
	21	Abdeckung
25		

Schutzansprüche

5

1. Hydrodynamisches Lagersystem, insbesondere zur Drehlagerung von Spindelmotoren für den Antrieb von Festplattenlaufwerken, welches umfasst: eine Lagerhülse (3),

10

eine in einer Öffnung der Lagerhülse (3) angeordnete Welle (4), und mindestens einen zwischen der Lagerhülse (3) und der Welle (4) vorgesehenen Radiallagerbereich (9; 10) mit dessen Hilfe die Welle und die Lagerhülse relativ zueinander drehbar gelagert sind, wobei in einen zwischen der Welle (4) und der Lagerhülse (3) gebildeten Lagerspalt (8) ein flüssiges Schmiermittel eingebracht ist,

15

gekennzeichnet durch

mindestens einen in der Lagerhülse (3) vorgesehenen Kanal (15; 16), der von einem äußeren Bereich der Lagerhülse bis in den Lagerspalt (8) zwischen der Lagerhülse und der Welle reicht und der mindestens teilweise mit Schmiermittel gefüllt ist.

20

2. Hydrodynamisches Lagersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal als konische Bohrung (15; 16) ausgebildet ist.

25

3. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (15) ausgehend vom Außendurchmesser bis zum Innendurchmesser der Lagerhülse (3) verläuft.

30

4. Hydrodynamisches Lagersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (15) im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse (20) der Lageranordnung verläuft.

5. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (16) ausgehend von einer Stirnfläche (17) der Lagerhülse (3) bis zum Innendurchmesser der Lagerhülse verläuft.

5

6. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (16) in Bezug auf die Rotationsachse (20) der Lageranordnung in einem Winkel α verläuft.

10

7. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Außendurchmesser der Lagerhülse (3) mindestens eine ringförmige Nut (18) zur Aufnahme von Schmiermittel vorgesehen ist, wobei die Nut (18) und der Lagerspalt (8) über mindestens einen Kanal (19) flüssigkeitsleitend miteinander verbunden sind.

15

8. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (18) als Einkerbung ausgestaltet ist.

20

9. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllgrad des durch die Nut und/oder den Kanal geschaffenen Schmiermittelreservoirs wenigstens 50% des gesamten Füllvolumens der Lageranordnung beträgt.

25

10. Hydrodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (15, 16) und/oder die Nut (18) von einer ring- oder hülsenförmigen Abdeckung (21) abgedeckt ist.

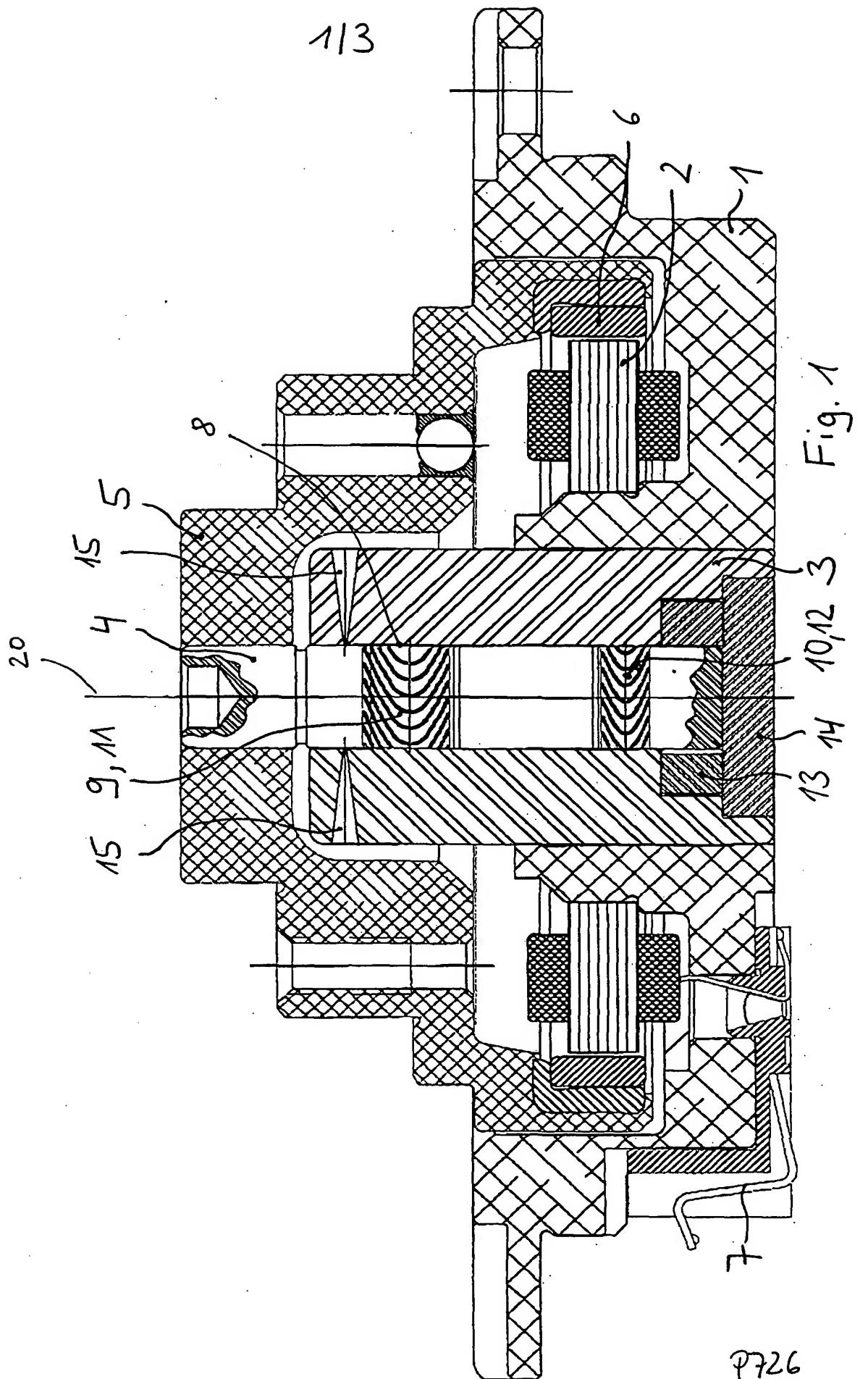


Fig. 1

213

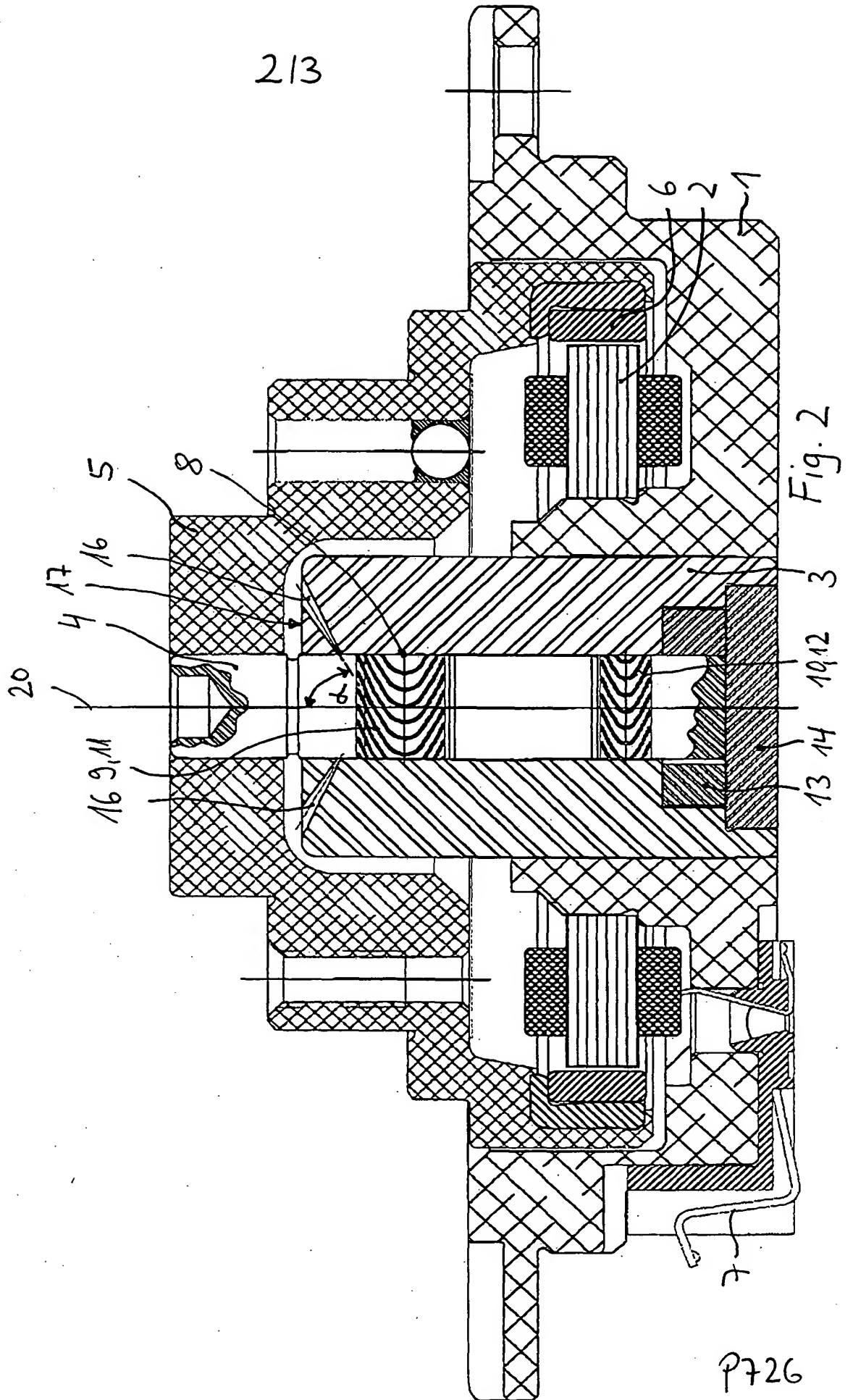


Fig. 2

P726

3/3

Fig. 3

